

Så ser majsen ut efter en exakthack utrustad med kärnkross

– En pilotstudie

Fredrik Persson



Så ser majsen ut efter en exakthack utrustad med kärnkross – en pilotstudie

The maize after it's been processed by a forage harvester equipped with corncracker- a pilot study

Fredrik Persson

Handledare: Torsten Hörndahl, Universitetsadjunkt, LBT, SLU, Alnarp.

Biträdande handledare: Elisabet Nadeau, Forskningsledare, HMM, SLU, Skara.

Examinator: Sven-Erik Svensson, Universitetsadjunkt, AGR, SLU, Alnarp.

Omfattning: 10 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G1E

Kurstitel: Examensarbete för lantmästarprogrammet inom teknologi

Kurskod: EX0620

Program/utbildning: Lantmästarprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2011

Omslagsbild: Fredrik Persson

Serietitel: nr: Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: majs, corncracker, majskross, maize, corn, crop processor, forage harvester, exakthack, Zea mays, kärnkross.



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

FÖRORD

Lantmästarprogrammet är en tvåårig universitetsutbildning vilken omfattar 120 högskolepoäng (hp). En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 6,7 veckors heltidsstudier (10 hp).

Idén till studien kom från Torsten Hörndahl som även varit handledare för arbetet. Anledningen till att jag valde att fördjupa mig inom just detta område var därför att jag tyckte och tycker att majs är en intressant gröda som är på framgång inom det svenska lantbruket. Jag är dessutom intresserad av teknik och av hur olika inställningar av maskiner spelar in på det slutgiltiga resultatet.

Ett varmt tack riktas till min handledare Universitetsadjunkt Torsten Hörndahl, Lantbrukets byggnadsteknik och min biträdande handledare Forskningsledare Elisabet Nadeau, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa samt alla företagare som ställt upp på mina försök och då framför allt förarna av hackarna för tålamodet vid utfrågningen om hacken. Ett varmt tack riktas också till Partnerskap Alnarp som genom projektet "Är exakthacken rätt inställd för svenska förhållanden vid skörd av majs – en pilotstudie" (PA-projekt 487) finansiellt bidragit till studiens genomförande.

Universitetsadjunkt Sven-Erik Svensson har varit examinator.

Alnarp maj 2011

Fredrik Persson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	3
SUMMARY	4
INLEDNING	5
SYFTE	5
MÅL	5
AVGRÄNSNING	5
LITTERATURSTUDIE	6
SÅ FUNGERAR EN HACK	7
KÄRNKROSSENS INVERKAN PÅ RESULTATET AV HACKAD MAJS	9
KRAFTÅTGÅNG OCH DIESELFÖRBRUKNING VID HACKNING	11
EFFEKTBEHOV OCH KAPACITET FÖR EN HACK BEROENDE PÅ INSTÄLLNINGAR	12
MATERIAL OCH METOD	14
PROVTAGNING OCH ANALYSER	14
<i>Siktninganalys</i>	14
<i>Bestämning av antalet hela kärnor</i>	16
<i>Ts-analys</i>	17
RESULTAT	18
<i>Ts-halt analys</i>	19
<i>Siktninganalys</i>	19
<i>Analys av antal hela kärnor</i>	21
DISKUSSION	22
REFERENSER	25
SKRIFTLIGA	25
MUNTliga	26

SAMMANFATTNING

I arbetet som följer har jag gjort en undersökning om hackselängden vid skörd av majs. Jag har varit ute hos fem olika entreprenörer vid ett tillfälle och vid två tillfällen för tre av dem. Jag har tagit reda på inställningar för hacken och mätt avståndet i kärnkrossen vid det första tillfället på varje ställe. Vidare togs ts-prov, antalet hela kärnor som passerade hacken analyserades och partikelstorleksfördelningen bestämdes. Vid tillfälle två gjordes bara proverna på den hackade majsens.

Syftet med examensarbetet var att ta reda på om entreprenörerna som skördar majs till lantbrukare använder de inställningar som de uppger. Jag ville också genom de olika proverna se hur pass de olika entreprenörerna lyckades med resultatet av den skördade majsens. Jag har också genom partikelstorleksfördelningen räknat ut medelpartikelstorleken och på det viset kunnat se hur pass TLC (den teoretiska hackselängden) stämmer överens med det hackade materialet.

Målet med pilotstudien om hackar för skörd av majs var att skapa en bild av läget idag och göra en vägledning för vad som kanske kan göras annorlunda. Att skapa ett vidare intresse för djupare undersökningar inom samma område ligger också som bakgrund.

Resultatet blev så att de hackar som hade en kärnkrossinställning på mindre än 2 mm gjorde ett bra jobb och endast ett fåtal hela kärnor passerade hacken. De hackar som hade en kärnkrossinställning på 4-4,5 mm gjorde ett mindre bra jobb men Krone-hacken som var den ena av dessa, gjorde ändå ett godkänt jobb förmodligen då mycket biomaterial passerade kärnkrossen samtidigt. Krone-hacken hade också en kort inställd TLC vilket också kan bidra till att fler kärnor slås sönder då ett visst samband mellan TLC inställningen och kärnkrossens inställning finns. Partikelstorleksfördelningen såg likartad ut för de olika hackarna oavsett TLC. Ts-halten hade mindre betydelse för det hackade resultatet.

Medelpartikelstorleken visade sig vara större än TLC för alla hackarna utom två där ena har TLC=12 mm och den andra TLC=30 mm. För de två sist nämnda hackarna var det alltså tvärtom. Detta tyder på att de förmodligen går att öka TLC och ändå få ungefär samma medelpartikelstorlek. Detta kan spara effekt som då istället kan användas för att låta kärnkrossen arbeta lite tuffare med ett mindre avstånd. Viktigt att tänka på är att medelpartikelstorleken är ett medelvärde av hur mycket biomaterial som hamnade på varje såll vid siktningen. Därför stämmer inte denna med den verkliga partikelstorleksfördelningen då fler såll med millimetersintervall skulle behövas.

Slutsatser är att entreprenörer idag använder lämpliga inställningar på hacken men kan bli bättre. Den faktiska hackselängden stämmer sällan med TLC och att antalet hela kärnor som finns kvar i grönmassan efter hacken är i de flesta fall mycket lägre än 1 % (0,014-1,55 %), vilket är bra. Studien visar även att avståndet i kärnkrossen bör vara 1-2 mm för resultatet ska bli tillräckligt bra, dvs <1 % hela kärnor.

SUMMARY

In the following paper I present a study about harvesting maize for silage. I've been studying the technical quality of five different forage harvesters when harvesting maize. I've been with each and everyone at least once and for three of them twice. At the first occasion I asked the driver about the forage harvester and what settings he used. I also took samples of the maize. I was looking for whole kernels in ten different samples at each occasion. One sample for detecting the dry matter content was taken at each occasion. The distribution of particles was studied with a New Penn State Forage Particle Size Separator which had an extra sieve (size 30 mm). At the second occasion I only studied the harvested maize (distribution of particles, whole kernels).

The purpose of the study was to find out if the driver of the harvester used the settings that he claimed. I also wanted to find out by the different tests how the contractors managed with the result of the harvested maize. I have also by the distribution of particles calculated the mean particle size and compared this with the TLC (theoretic length of cut) and studied if it corresponds to the real harvested biomaterial. The objective of this study about forage harvesters was to picture the situation and see what the farmers and contractors can do to improve the quality of the maize harvested but also to get ideas for new studies in the same subject.

The forage harvesters that had a corncracker set to a distance less than 2 mm did a good job and nearly no whole kernels came out of the forage harvester. On the other hand the harvesters that had a corn cracker setting at 4-4,5 mm did a less good job with one exception, the Krone harvester. This harvester did a good job despite the setting for the corncracker (4,5 mm). My assumption is that the Krone harvester had a higher flow of biomaterial through the harvester which increases the processing in the corncracker. The Krone harvester also had a shorter TLC (9 mm) that may have resulted in more damaged kernels already by the cutterbar which makes the setting for the corn cracker less important if so. The particle size distribution was very similar between the different harvesters regardless of the TLC (theoretical length of cut). The dry matter content had less importance for the harvested result.

The mean particle size showed to be longer than the TLC for all the harvesters except for two harvesters. One had TLC=12 mm and the other had TLC=30 mm and gave the opposite result. This tells us that you probably can increase TLC and yet reach the same mean particle size. This may save some power and can be used by the corncracker instead which possibly will give a higher capacity. Important to remember is that the average particle size is an average of how much biomaterials that landed on each sieve when sifting why this not is the real particle distribution as more sieves with millimeter range would be required.

The conclusion of this study is that drivers of forage harvesters report the settings that they use. It has also shown that a correct setting for the corn cracker is 1-2 mm which will give us less than 1% whole kernels. This was achieved by four of the five harvesters, which is good. It has also shown that the dry matter content doesn't correlate to the number of whole kernels and that it has more to do with the maturity of the maize.

INLEDNING

Odling av majs till majsensilage är en växande trend bland nötkötts- och mjölkproducenter då kostnader för övriga fodermedel ökat. Det har tidigare gjorts undersökningar angående grovfodermajsens partikelstorleksfördelning samt hygien i lagringsutrymmen och även på foderbordet (Hansson och Schmidt Detlefsen, 2008). Även studier där man intervjuat lantbrukarna om deras hantering av majsens från sådd till utfodring har gjorts. I intervjustudien så gjordes även prover för att bestämma partikelstorlek och den hygieniska kvalitén (Larsson och Lindgren, 2006). Frågan som ännu inte undersökts är hur majsens hanteras under skörd. Det dök upp ett förslag till examensarbete på just detta område och jag tyckte detta kunde vara intressant. Förslaget kom av tidigare studier från SLU.

Syfte

Syftet med denna pilotstudie var att entreprenörer och lantbrukare skulle kunna ta del av arbetet och på så vis få en bild av vad som kan göras annorlunda för att uppnå ett bra resultat vid hackning. Jag vill också genom detta arbete väcka tankar kring ämnet och eventuellt skapa nya idéer till djupare undersökningar inom samma område.

Mål

Målet med studien var att ta reda på hur inställningarna för hackarna ser ut i praktiken. Jag ville se om den angivna inställningen stämde överens med den faktiska hackelselängden. Jag ville också se hur majsens såg ut efter hackarna för att få en uppfattning om hur väl bearbetat biomaterialet faktiskt blev när det passerat hacken, främst vad gäller hela kärnor.

Avgränsning

Jag valde att begränsa mig till fem olika entreprenörer med självgående hackar. Alla fem arbetar i södra Sverige, närmare bestämt Skåne och Halland. Det som inte nämns i detta arbete är hur inläggning och hantering i lagringsutrymmena bör ske, samt hur man ska ställa sig till användandet av tillsatsmedel. Sådd och odling av majs tas inte heller upp.

LITTERATURSTUDIE

Anledningen till att vi hackar våra grödor är att vi vill få ett så bra utnyttjande av dem som möjligt vid t ex. utfodring av idisslare eller vid biogasframställning. Detta har i olika undersökningar visats. Det har undersökts hur olika inställningar på hackarna påverkar foderutnyttjandet hos idisslare (Shinners m fl., 2000).

Man har bl a sett att det hackade och kärnkrossbearbetade biomaterialet gav ett bättre näringsutnyttjande hos idisslare då en större yta blev tillgänglig för våmmens mikroflora (Shinners m fl., 2000).

Roberge m fl. (1998) såg att majs bearbetad med kärnkross ökar majsens effektiva nedbrytbarhet. Majsens tillgänglighet för våmmens bakterier ökade med 3 % och denna snabbare nedbrytning kunde hålla på i upp till 33 timmar innan den nådde samma nivå som för majs som inte bearbetats med kärnkross.

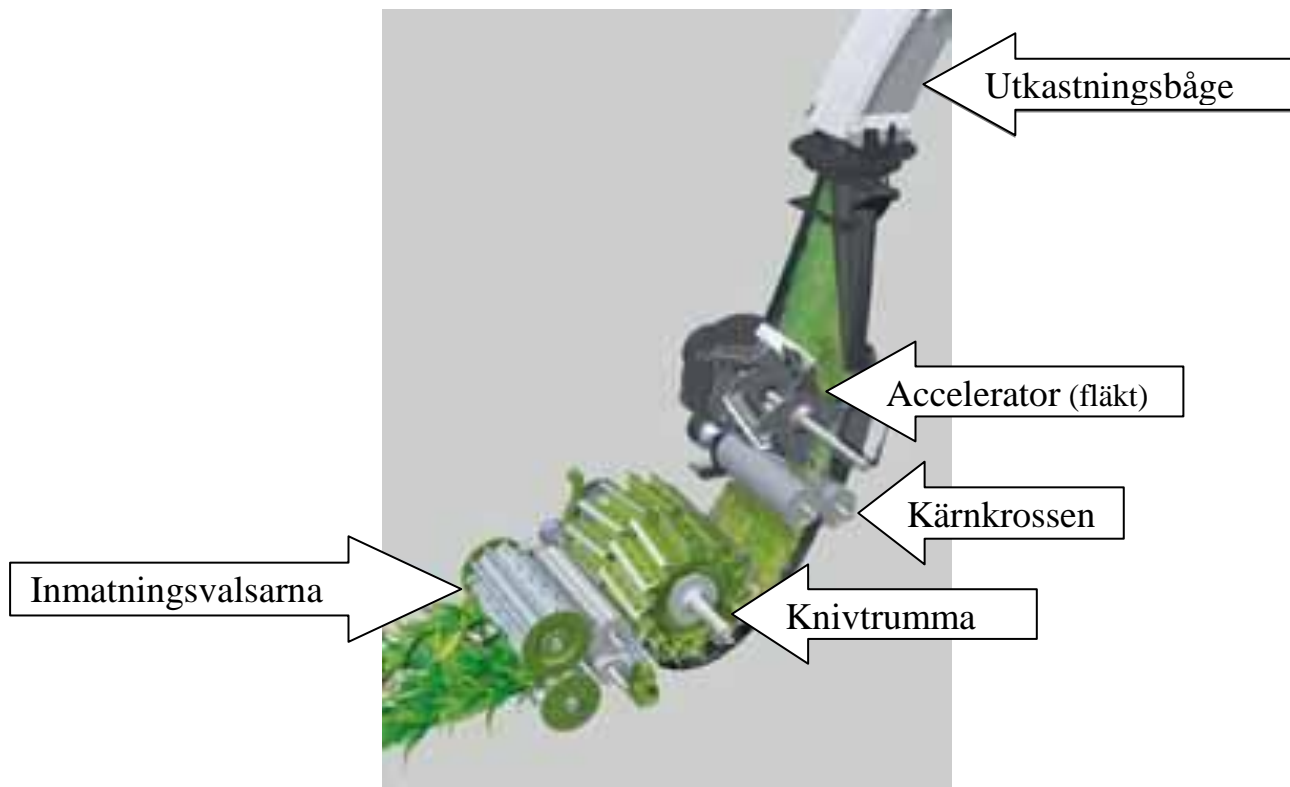
En biogasanläggning fungerar på samma sätt som våmmen hos en ko. Skillnaden är att vid biogasframställning vill man ha en så kort tid som möjligt och för att få detta är det viktigt att hacka med en kort TLC (teoretisk hackselängd) och med en rätt inställd kärnkross för att smula sönder kärnorna. Detta gör att bakterierna i biogasanläggningen får mycket yta av biomaterial att jobba med och processen kommer därför att gå fortare (Krone, 2010).

Svenska studier har gjorts där lantbrukare som odlar majs till foder fått svara på en rad olika frågor och fått sitt majsensilage analyserat vad gäller näringsvärde och hygienisk kvalitet. Det som visade sig här var att de flesta använde sig av en hack utrustad med en kärnkross, men det fanns även de som körde helt utan någon form av kärnkross. På frågan om vilket avstånd kärnkrossen var inställd på blev svaren mellan 1-4 mm, men större delen av lantbrukarna visste inte den egentliga inställningen. Man skriver också i den här studien om att ett finare hackat majsensilage bearbetat med kärnkross ökar chanserna för en bra ensilering. Problemet var här att det fanns många olika uppfattningar om vad som är bra och dåligt. Mycket talar för ett mer bearbetat majsensilage men det går åt mer energi för det (Arnesson m fl., 2009).

I en svensk studie som gjorts i Skaraborg skriver man att det är viktigt att tänka på att kärnkrossen gör ett bra jobb vad gäller att krossa kärnor vid höga ts- och stärkelsehalter. De menar att det är viktigt att alla kärnor krossas så att idisslarna kan tillgodose sig innehållet. De skriver också att vid en ts-halt över 28 % är det nödvändigt att använda kärnkross. Vid lägre ts-halt är det inte lika nödvändigt (Larsson, 2006).

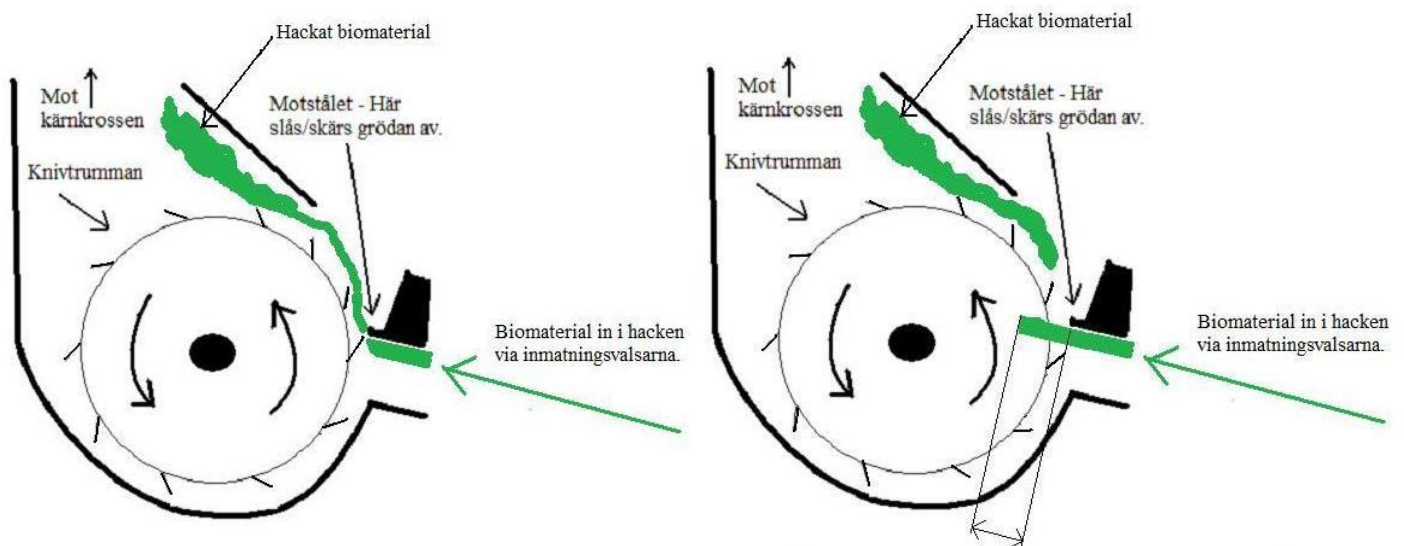
Så fungerar en hack

Majsen skärs av och transporteras mot mitten av maskinen med skärbordet och matas in mot knivtrumman med hjälp av valsar. Hastigheten på inmatningsvalsarna bestämmer oftast hackselängden. Knivtrumman hackar majsen i önskad hackselängd och blåser materialet vidare mot kärnkrossen. Kärnkrossens uppgift är att bearbeta materialet så att alla kärnor kläms itu eller skadas på något sätt. Därefter matas materialet vidare med hjälp av en accelerator ut i utkastningsbågen. Acceleratorn fungerar som en stor fläkt som skjutsar på materialet upp i utkastningsbågen efter inbromsningen vid kärnkrossen (Krone, 2009a).



Figur 1. Biomaterialets väg genom hacken. (Lantmännen Maskin AB)

Ofta används begreppet TLC som står för theoretic lenght of cut och på svenska den teoretiska hackselängden. TLC kan alltså definieras som längden (mm) biomaterial som hinner skjutas in förbi motståndet mellan knivarna på knivtrumman från det att det slås av en gång till dess att det slås av igen. Varvtalet på knivtrumman kan i vissa fall ökas eller minskas för att ändra TLC men vanligast är att 1000-1200 rpm används (se figur 2 och 3). TLC bestäms oftast av hastigheten på inmatningsvalsarna, dvs. hastigheten på biomaterialet in mot knivtrumman. Är biomaterialets hastighet hög hinner en längre del av biomaterialet förbi motståndet/knivarna, vilket ger en längre TLC. För att få ett längre TLC plockar man ibland bort knivar från knivtrumman, vilket gör att biomaterialet slås av färre gånger. Detta leder till en längre TLC utifrån samma anledning som nämnts ovan. (Shinners m fl., 2000).



Figur 2 och 3. Förklaring av TLC. Skedet precis när biomaterialet slås av (i bilden till vänster) och precis innan biomaterialet slås av igen och nytt biomaterial skjuts förbi knivarna/ motstålet en viss längd, vilket är lika med TLC (bilden till höger).

Danska undersökningar har gjorts som visar att en TLC för självgående hackar vid majsskörd bör vara 9-10 mm och för bogserade hackar 6-7 mm vid utfodring tillsammans med ett vallfoder. Ska majsen utfodras ensam så rekommenderas en teoretisk hackselängd på 15-17 mm för självgående hackar medan det fortfarande är 6-7 mm för de bogserade. Man såg också att TLC är mindre än medelpartikelstorleken i biomaterialet upp till en TLC på 14 mm. Därefter blir det tvärtom, kortare TLC i verkligheten jämfört med den teoretiska (Hedegaard, 2003).

Enligt Heinrichs and Kononoff (2002) ska TLC ställas så att större delen av biomaterialet är mellan 7,87–19,05 mm (45-65 % av biomaterialet) och resterande del av biomaterialet ska vara mellan 1,78–7,87 mm (30-40 % av biomaterialet). Partiklar som är mindre än 1,78 mm bör inte överstiga 5 % av biomaterialet.

De inställningar som kan ändras i kärnkrossen är avståndet mellan rullarna och skillnaden i hastighet mellan dem (se figur 4). Avståndet går att justera ner till 1 mm ungefär och hastighetsskillnaden mellan rullarna är lite olika för olika fabrikat. Vanliga hastighetsskillnader kan vara mellan 13- 21 %. Detta beräknas genom att skillnaden i hastighet mellan den snabba och den långsamma rullen dividerats med den långsamma rullens hastighet och uttryckts i procent (v = periferihastighet) (Shinners m fl., 2000).

$$v_{skillnad}(\%) = \frac{(v_{snabb} - v_{långsam})}{v_{långsam}} \times 100$$



Figur 4. Kärnkrossen i en Claas Jaguar har tandade rullar.

Kärnkrossens inverkan på resultatet av hackad majs

Shinners m fl., (2000) gjorde en studie om exakthackar där de analyserade majsensilaget efter att det hackats. De ville jämföra majsensilage hackat med kärnkross och majsensilage hackat utan kärnkross. Man bestämde effektbehovet för kärnkrossen och totalt för hela hacken. Man bestämde även hur tillgänglig näringen i majsensilaget blev för idisslare beroende på hur det bearbetats. Tidpunkten vid skörd registrerades och majsens mognad bestämdes genom mjölmognadsgraden. Man bestämde också partikelstorleksfördelning av den hackade majsens, antalet hela, skadade och helt förstörda kärnor i den hackade majsens.

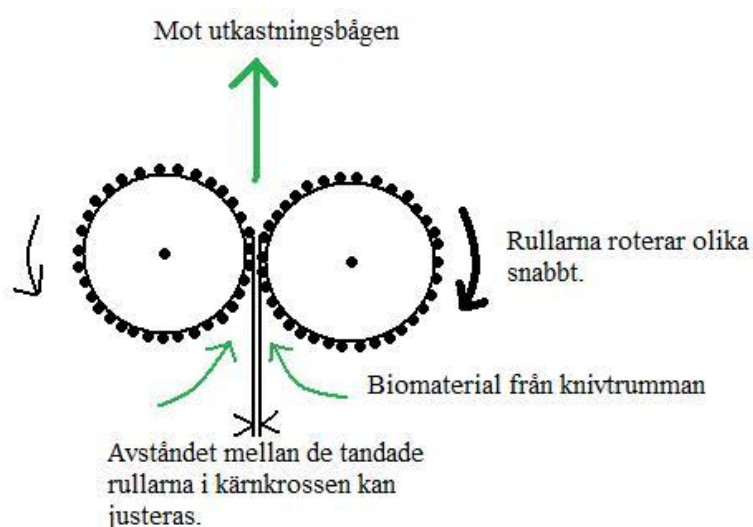
Man fann färre antal hela kärnor och färre stora delar av kolven i den hackade majsens där kärnkrossen använts. Detta oavsett om avståndet i kärnkrossen var 1 eller 3 mm. Majsens mognad spelade heller ingen större roll utan majs med en ts-halt på 29 % gav samma resultat som majs med 36 % ts-halt. Alla försöken jämfördes mot majs som hackats utan kärnkross och med en TLC på 9,5 mm och 19 mm respektive. Man såg att majs hackad utan kärnkross med en hackseläängd på 9,5 mm fick ungefär samma partikelstorleksfördelning som majs hackad med en hackseläängd på 19 mm och bearbetad med kärnkross. Skillnaden var att nästan 100 % av kärnorna var skadade i det senare fallet. Detta kan jämföras med det materialet som hackats utan kärnkross som hade 33 % oskadade kärnor efter skörd. En kärnkross med ett avstånd på 5 mm släppte igenom 11,1 % oskadade kärnor. Det visade också att mindre än hälften av alla kärnor var sönderslagna i den majsens som hackats med 9,5 mm TLC utan kärnkrossbearbetning jämfört med det kärnkrossbearbetade materialet där man såg att det vid ett 19 mm TLC och 5 mm avstånd i kärnkrossen gav 76 % sönderslagna kärnor och för 1 mm avstånd 97 % (se tabell 1) (Shinners m fl., 2000).

Tabell 1. Resultatet av olika inställningar och användning av kärnkrossen (Shinners m fl., 2000).

TLC	Kärnkross	Hela Kärnor	Sönderslagna kärnor
19 mm	Utan	33 %	-
19 mm	5 mm	11,1 %	76 %
19 mm	1 mm	-	97 %
9,5 mm	Utan	-	< 50 %

I denna studie såg man också att rullarnas hastighet i kärnkrossen i förhållande till varandra spelade mindre roll än avståndet mellan dem. För att studera detta användes en bogserad specialbyggd hack som bara användes i försöket. Kärnkrossen i försökshacken hade två rullar med diametern 150 mm med längsgående tänder, längs med rullarna, och drogs av en traktor med effekten 150 kW (204 hk). Hastighetsskillnaden mellan rullarna i kärnkrossen kunde också ändras i försökshacken genom olika drivlinor.

Denna jämfördes med en bogserad Gehl 1275 och en självgående John Deere 6750, bägge utrustade med kärnkross. Rullarna i kärnkrossen hade en diameter på 215 mm och längsgående tänder, längs med rullarna, i båda dessa hackar. Hastighetsskillnaden mellan rullarna i kärnkrossen var för John Deere 21 % och för Gehl 13 % (se figur 5). John Deere-hacken var utrustad med ett 4,5 m brett (6 rader) radoberoende skärbord och hade en motoreffekt på 270 kW (365 hk). Den bogserade Gehl-hacken hade ett 2,25 m brett (3 rader) radberoende skärbord och drogs av en traktor med effekten 80 kW (109 hk). Skillnaderna mellan de olika hackarna var obetydliga då materialet fick samma karaktär med samma inställningar på de respektive hackarna. Den självgående hacken såg man sticka ut lite då avståndet i kärnkrossen ökades från 1 mm till 5 mm eftersom materialet blev mindre bearbetat. En förklaring till detta kan vara att nästan dubbelt så mycket material passerade kärnkrossen jämfört med de bogserade hackarna. Detta gjorde att mattan av material i kärnkrossen blev tjockare för den självgående hacken (Shinners m fl., 2000).



Figur 5. Förenklad bild av en kärnkross och inställningarna för en sådan.

En undersökning om hur pass de olika kärnkrossarna gjorde ett bra jobb eller inte för fem olika hackar gjordes i en dansk studie. De fem hackar som provades var tre självgående, en bogserad och en buren i trepunktslyften gjorde alla ett tillräckligt bra jobb. Målet var att högst 1 % av den totala grönmassan fick vara hela kärnor.

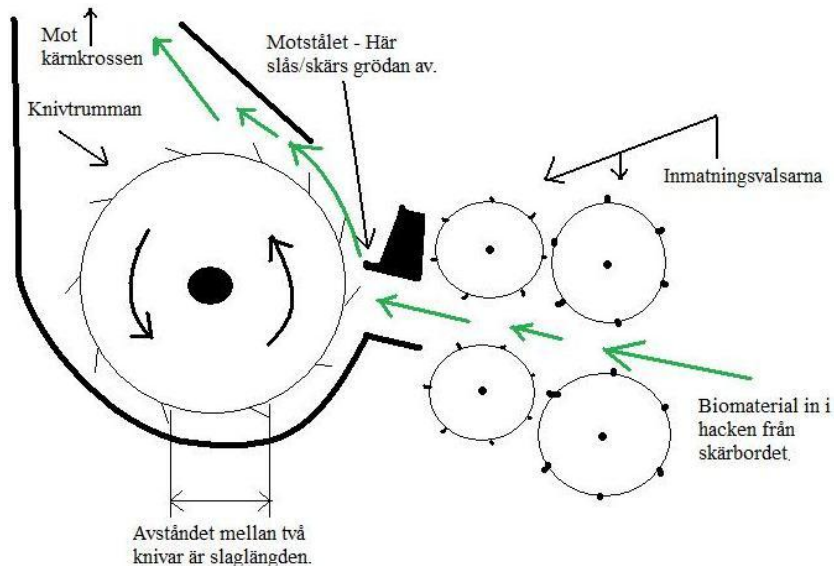
Genomsnittet i studien låg på 0,04 %. Man undersökte också om antalet hela kärnor påverkades av avståndet i kärnkrossen respektive av hackselängden och det visade sig att hackselängden hade större påverkan på antalet hela kärnor i grönmassan jämfört med kärnkrossen. Det som jämfördes var ett större avstånd i kärnkrossen mot en längre TLC och det visades att skillnaden i hela kärnor blev större när TLC ökades. De två bogserade hackarna hade ingen riktig kärnkross utan här satt plåtar i utrymmet vid utloppet från knivtrumman som skulle repa materialet och skada kärnorna. Detta visade sig fungera då den högsta siffran för antalet hela kärnor i grönmassan blev 0,3 %.

Hackarna som var med i undersökningen var som följer, Claas Jaguar 840, John Deere 6750, New Holland FX38, JF FCT 1100 MK2 och Kemper Champion 3000 (Hedegaard, 2003).

Kraftåtgång och dieselförbrukning vid hackning

Kathirvel m fl., (2009) undersökte kraften som behövs för att hacka fodermajs. En försökshack utvecklades för att kunna justera hastigheten på knivtrumman samt för att kunna mäta kraften som krävdes för att slå av en majsstjälk. Försöket gjordes med tre olika hastigheter på knivtrumman, två olika slaglängder, fyra olika grovlekar på stjälkar och för tre olika torrsubstanser.

Resultatet blev att ju torrare grödan är desto mera kraft behövs för att slå av en stjälk. Knivtrummans hastighet hade också stor betydelse då det vid en låg hastighet gick åt mer kraft för att slå av stjälken. Detta misstänkte man berodde på att vid en lägre hastighet på knivtrumman så plattas stjälken ut innan den skärs av vilket resulterar i att det går åt mer kraft. Det visades att om hastigheten på knivtrumman ökades från 1,5 m/s till 2,0 m/s minskades kraften som behövdes för att skära av majsstjälken med mellan 20,8 – 29,6 %. Diametern på stjälken i fråga hade också betydelse. En mindre diameter gick betydligt lättare att skära igenom än en grövre. Grovlekarna som jämfördes var 10, 15, 20 och 25 mm. Det krävdes mellan 15,5 – 41,1 % mer kraft för att skära igenom en 25 mm stjälk jämfört med en 10 mm stjälk. Slaglängden hade också ganska stor inverkan då en större slaglängd krävde mindre kraft för samma ändamål jämfört med en mindre slaglängd. Slaglängden är i det här fallet avståndet mellan knivarna, dvs. det avstånd som knivtrumman rör sig från att en kniv skurit av biomaterialet till dess att nästa kniv gör det (se figur 6.). Det förhållandet som krävde mest kraft var en slaglängd på 76,2 mm och med hastigheten 1,5 m/s för knivtrumman samt en ts-halt på 28,8 % och en stjälkdiameter på 25 mm. Detta gav en kraft på 455 N. Det förhållandet som krävde minst kraft var en slaglängd på 90 mm och med hastigheten 2,0 m/s för knivtrumman samt en ts-halt på 16,5 % och en stjälkdiameter på 10 mm. Detta gav en kraft på 169 N. Observera att detta är en väldigt låg ts-halt och att majs aldrig skördas vid så låg ts-halt i praktiken. Rangordnat efter vad som ger mest kraft för att skära av majsstjälken var hastigheten på knivtrumman, slaglängden, ts-halten, stjälkdiametern (Kathirvel, m fl. 2009).



Figur 6. Schematisk bild av inmatningen till knivtrumman samt beskrivning för slaglängden i en hack. Märk också motstålet där biomaterialet slås av, hackas.

I Tyskland gjorde Wild m fl., (2009) en studie om dieselförbrukning och effektbehov i hacken beroende på hur slitna knivarna var. Detta utfördes med en självgående hack av typen Claas Jaguar 950. Parametrar som mättes var hastighet, dieselförbrukning och knivarnas slitage. Mängden material som passerade genom hacken per sekund bestämdes också. Man kom fram till att dagens knivar som är utrustade med en yta av volfram inte behöver slipas mer än en till två gånger per dag då dieselförbrukningen inte påverkades i försöket under en dags körning utan att knivarna slipats. Det som visades var att för minskad dieselförbrukning gällde det att utnyttja hackens kapacitet till fullo hela tiden, dvs. att dieselförbrukningen per ton biomaterial minskade då flödet kg biomaterial per sekund ökade. Till sist undersöktes det också om hastigheten hade någon inverkan på dieselförbrukningen och resultatet blev att så inte är fallet. Hastigheten påverkar inte dieselförbrukningen. Försöken gjordes vid en ts-halt på 31-33 % och en TLC på 12 mm.

Effektbehov och kapacitet för en hack beroende på inställningar

Det har visats att effektåtgången ökar vid ett mindre avstånd i kärnkrossen och även vid större skillnad i hastighet mellan valsarna i kärnkrossen. Detta kan dock i viss mån accepteras då mindre effekt krävs för ett längre TLC (Shinners m fl., 2000).

Det har också undersökts hur stort effektbehovet var, med respektive utan kärnkrossen under hackning av majs med 36,8 % ts. Effektbehovet ökade med 7 % när kärnkrossen användes. Resultatet blev att 93 % av kärnorna blev sönderslagna medan endast 61 % blev sönderslagna vid körning utan kärnkross (Roberge m fl., 1998).

Det man också har sett är att beroende på majsens mognad så har majsens blivit mer bearbetad när den varit mer mogen med samma inställningar för hacken. Detta troligtvis då kolvarna och kärnorna blir större ju mer mogen majsens blir. Av detta drar man slutsatsen att avståndet i kärnkrossen bör kunna ökas något ju mer mogen majsens är vid skörd utan att bearbetningen blir sämre. Mogen majs är då ts-halten ligger mellan 30-35 % och majsens nått utvecklingsstadiet R6 (Lantmännen 2009) (se figur 7). I detta stadium kan en mörk ring vid kärnbasen ofta ses på kolvarna (Shinners m fl., 2000).

En mogen majs (utvecklingsstadiet R6) hackades också med tre olika TLC. 12,7 mm, 19,0 mm och 25,4 mm. Det gav samma resultat vad gäller skadade kärnor oavsett avståndet i kärnkrossen (1-3 mm). Det man visade var att de två längre TLC gav en bättre struktur åt materialet och att det då kan sparas effekt vid knivtrumman med en längre TLC. Effekten som sparades kan sedan istället utnyttjas av kärnkrossen (Shinners m fl., 2000). En bra struktur är i det här fallet en struktur som ger en bra våmfunktion vid utfodring till idisslare (Heinrichs och Kononoff, 2002).



Figur 7. Mogen majs. Här kan ett mörkare skikt ses vid kärnbasen. Utvecklingsstadiet R6.

I en dansk undersökning såg man att hackarna ofta utnyttjades maximalt och att det ofta var motoreffekten som begränsade förarna från att öka kapaciteten ytterligare. De hackar där inmatningshastigheten på skärbordet kunde justeras för sig själv hade en bättre kapacitet vid en längre TLC än de som hade en bestämd hastighet för inmatningen från skärbordet. Jämfört med de självgående hackarnas kapacitet hade de två bogserade hackarna ungefär hälften av den kapaciteten i jämförelse. För de självgående hackarna var medelkapaciteten 120,4 ton/timme eller 2,4 kW/ton grönmassa och för de bogserade hackarna var medelkapaciteten 47,5 ton/timme eller 3,5 kW/ton grönmassa (Hedegaard, 2003).

MATERIAL OCH METOD

Jag har under hösten 2010 varit ute hos fem olika entreprenörer med självgående hackar när dessa skördat ensilagemajs. Prover har tagits för att kunna bestämma hur väl hackarna gjorde sitt jobb. Alla prover gjordes direkt efter att majsens var hackad. På samtliga ställen har jag tagit prov för ts-haltbestämning. Partikelstorleksfördelningen har bestämts med hjälp av en New Penn State Forage Particle Size Separator som är påbyggd med ett extra såll. Vid varje tillfälle har jag tagit 10 prov och i vart och ett har jag letat och räknat hela kärnor i det hackade materialet. Kärnorna som hittades hela sparades för ts-halt bestämning. Totalt sett blev det åtta tillfällen då jag besökte tre av entreprenörerna två gånger. Detta gjorde jag då skillnader i majsens mognad eventuellt kunde tänkas förekomma beroende på skördetidpunkt.

För att kunna jämföra hackarna intervjuade jag även förarna. Jag tog reda på inmatningsinställningar och om skärbordet hade några speciella inställningar. Varvtalet på knivtrumman och antalet knivar på trumman redades också ut. Alla dessa inställningar har med hackselängden att göra och även denna tog jag reda på. Jag frågade även föraren hur han/hon ställt in avståndet mellan rullarna och därefter fick jag i de flesta fall möjlighet att mäta det verkliga avståndet. Det verkliga avståndet mättes bara på tre av hackarna pga. oåtkomlighet och tidsbrist. Hackarna som varit med i undersökningen är:

- 2st Claas Jaguar 850, 412 hk, 24 knivar, 1200 rpm knivtrumma.
- Claas Jaguar 890, 623 hk, 20 knivar, 1200 rpm knivtrumma.
- Krone Big X 650, 650 hk, 40 knivar, 1100 rpm knivtrumma.
- Mengele 6000, 330 hk, 5 knivar, 1100 rpm propeller med knivar.

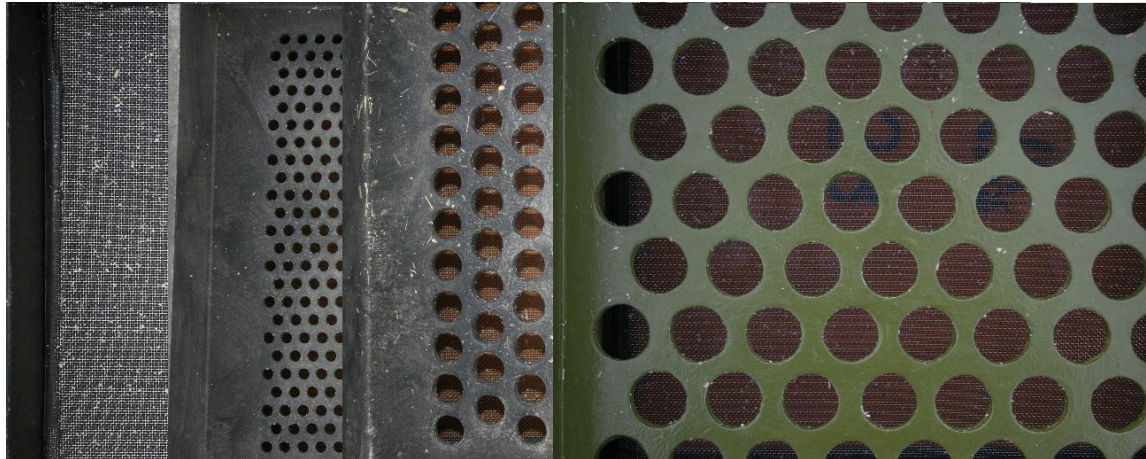
Provtagning och analyser

Siktningsanalys

En siktnings för att bestämma partikelstorleksfördelningen i den hackade majsens gjordes en gång vid varje tillfälle. Siktningsen gjordes sedan enligt instruktionerna för New Penn State Forage Particle Size Separator (Heinrichs och Kononoff, 2002).

Separatorn som jag använde var utrustad med ett extra såll som byggdes 2007 på SLU Skara för att anpassa separatorn till vanligt förekommande hackselängder i svenska vall- och majsensilage (Nadeau, pers. medd). Totalt blir det alltså fyra olika såll. Sållen har följande håldiametrar uppifrån och neråt till bottenlådan: 30 mm, 19,05 mm, 7,87 mm, och 1,78 mm (se figur 8).

New Penn State Forage Particle Separator som den kallas är konstruerad i USA och består av tre såll och en bottenlåda. Sållen har olika stora cirkulära hål som olika grovt material kan falla igenom. Från början bestod separatorn endast av två såll och bottenlådan men önskemål om ett finare såll mellan bottenlådan och det nuvarande finaste sållet gjorde att det gjordes ett såll till med väldigt fina hål för att kunna bestämma de allra finaste partiklarna som idisslarna kan ta tillvara i våmmen. Partiklarna som blir i bottenlådan anses vara så små att de inte har någon märkbar verkan i våmmen (Heinrichs and Kononoff, 2002).



Figur 8. Foto av New Penn State Forage Particle Separator

Siktningen gick till som följer. Först mättes 1,4–1,5 liter av den nyhackade majsens upp. Detta hälldes sedan på det översta sållet i separatorn. Sållen var placerade så det grövsta sållet var överst sedan det näst grövsta osv. med det finaste i botten (Se figur 9). Separatoren placerades på ett plant och lite glatt underlag. Sedan vid själva siktningen skakar man alltihopa. Skakningarna ska ske så att separatoren skakas i varje riktning fem gånger dvs. att du börjar i en riktning och skakar fem gånger. Därefter vrider du separatoren ett kvarts varv och skakar den i den riktnigen fem gånger osv. Observera att rotera separatoren åt samma håll hela tiden. Detta ska göras i 8 set vilket ger 40 skakningar totalt. Frekvensen på skakningarna ska vara 1,1Hz vilket i ett mera svenskt uttryck blir 1,1 skakningar i sekunden.

Medelpartikelstorleken är uträknad utifrån procentandelen biomaterial som hamnade på respektive såll vid siktningen. Denna andel är uträknad enligt följande formel.

$$\% \text{ andel/såll} = \left(\frac{\text{vikt}_{\text{biomaterial på såll}}}{\text{total vikt}_{\text{siktat biomaterial}}} \right) \times 100$$

Medelpartikelstorleken har räknats ut enligt formeln nedan. Summan av procentandel per såll multiplicerat med genomsnittlig partikelstorlek per såll innebär att varje såll räknas ut för sig och värdena man får för respektive såll adderas och blir en summa.

$$\begin{aligned} &\text{Medelpartikelstorlek} \\ &= \frac{(\text{summan av } (\% \text{ andel/såll} \times \text{genomsnittlig partikelstorlek/såll}))}{100} \end{aligned}$$



Figur 9. Siktning med New Penn State Forage Particle Separator.

Bestämning av antalet hela kärnor

Antalet hela kärnor bestämdes genom att en 20 liters spann fylldes med nyhackad majs och ifrån denna mättes 2 liter av majsens upp i ett mått. Måttet och majsens vägdes och efter det siktades materialet med det andra, näst finaste sållet från Penn State Forage Particle Size Separatorn. Detta gjordes för att det grövsta materialet skulle frångöras och enbart eventuella kärnor och finare partiklar skulle vara kvar för att underlätta letandet efter hela kärnor. Det material som siktats bort, det grova, hölls i en egen spann för att senare kastas eller tömmas i lämplig plansilo/ tub där inläggningen av majs var i full gång. Det finare materialet som det skulle letas kärnor i hölls i ett större kärl med låga kanter, typ ett provtagningskärl för gödnings-spridare. Sen var det bara att börja leta hela kärnor. Letandet gjorde jag med fingrarna och min skarpa syn. Det blir lite som att leta legobitar när man var liten. De hela kärnor som hittades sparades för ts-halt bestämning. Materialet som blev över i kärlet utan hela kärnor tömdes också tillbaka i plansilon/tuben. Detta upprepades tio gånger vid varje tillfälle och ur den stora spannen på 20 liter togs 3 gånger 2 liter. Därefter tömdes spannen och nytt material fylldes på och 3 gånger 2 liter upprepades. Spannen tömdes därefter igen och nytt material fylldes på. Ur sista spannen togs sedan 4 gånger 2 liter vilket ger tio upprepningar sammanlagt med 2 liter i varje prov (se figur 10 och figur 11). Vikten och antalet hittade kärnor för varje prov noterades.



Figur 10. Förberedelse för att leta kärnor.



Figur 11. Efter att jag letat kärnor.

Ts-analys

Vid varje tillfälle samlades ett prov in för vidare ts-halt bestämning. Provet togs direkt efter hacken och den hackade majsens lades i en fryspåse som jag frös in så fort som möjligt. Detta för att jag skulle kunna ts-haltbestämma alla proverna från alla tillfällena samtidigt. Även de hela kärnorna som hittats under varje tillfälle frös jag in för ts-halt bestämning.

Själva bestämningen av ts-halten gick sedan till så att materialet i fråga vägdes när det var blött och efter det ställdes det in i ett torkskåp som har en temperatur på 60°C. Här får materialet torka i 24 timmar. Materialet togs sedan ut från torkskåpet och vägdes torrt. Både den blöta och den torra vikten noterades. För att räkna ut ts-halten så dividerar man den torra vikten med den blöta vikten enligt:

$$TS - \text{halt } \% = \left(\frac{\text{Torr vikt}}{\text{Blöt vikt}} \right) \times 100$$

RESULTAT

I tabell 2 visas inställningarna för de olika hackarna. Claas Jaguar 890 (E) hade ett Kemper skärbord där hastigheten kunde ändras både för transporten mot mitten av maskinen och också för inmatningen från skärbordet in mot inmatningsvalsarna i hacken. Detta var inställt till lägsta hastighet i det här fallet. De andra hackarna hade ett skärbord som jobbar med samma hastighet oavsett TLC inställningen, vilket anges som standard i tabellen. I tabellen nedan redovisas också ts-halt, hela kärnor och växtstadiet.

Tabell 2. Inställningarna för de olika hackarna. Växtstadiet enligt Lantmännen (2009).

	(A) Claas Jaguar 850	(B) Krone Big X 650	(C) Claas Jaguar 850	(D) Mengele 6000	(E) Claas Jaguar 890
Avstånd i kärnkrossen	1,8 mm (1,4 mm)	4,5 mm (4 mm)	1,5 mm (1,5 mm)	4,0 mm*	0,5 mm*
Hackselängd (TLC)	10 mm	9 mm	12 mm	30 mm	9 mm
Varvtal Knivtrumma	1200 rpm	1100 rpm	1200 rpm	1000 rpm	1200 rpm
Antal knivar på knivtrumman	24 st	40 st	24 st	5 st	20 st
Inställningar på skärbord	Standard	Standard	Standard	Standard	Kemper, lägsta hastighet
Inställningar på inmatning	Standard	Standard	Standard	Standard	Kemper, lägsta hastighet
<i>Tillfälle 1</i>					
Ts-halt	36,5 %	33 %	34,5 %	35 %	41,5 %
Växtstadium vid Skörd. (Mognad)	R6	R5	R5	R6	R6
Antal hela kärnor (st)	20	50	3	309	32
% Hela kärnor i grönmassan	0,1 %	0,25 %	0,014 %	1,55 %	0,13 %
<i>Tillfälle 2</i>					
Ts-halt vid tillfälle 2	29 %	26 %	-	-	24 %
Växtstadium vid Skörd. (Mognad)	R6	R4/R5	-	-	R5
Antal hela kärnor (st)	0	0	-	-	7
% Hela kärnor i grönmassan	-	-	-	-	0,025 %

*Kärnkrossen inte mätt av mig. Värdet inom parentes för kärnkrossen är det värdet som uppgavs av datorn i maskinen eller av föraren. Minsta avståndet i kärnkrossen för en Claas Jaguar hack är 1 mm (Edvardsson, pers. medd.).
- (streck) i tabellen betyder att värdet saknas.

Ts-halt analys

Ts-halten var mellan 33-41,5 % vid tillfälle ett. Ts-halten låg omkring 35 % och något däröver två av gångerna. Vid tillfälle 2 var ts-halten lägre pga. av nederbörd. Den låg här på kring 24- 29 % (tabell 3).

Tabell 3. Ts-halten för den hackade majsen och för de hela funna kärnorna vid de olika tillfällena samt växtstadiet enligt Lantmännen (2009).

- (streck) i tabellen betyder att värdet saknas.

		Ts-halt (%)	Ts-halt kärnor (%)	Växtstadium (Mognad)
A1	Claas Jaguar 850 (2)	36,5	56	R5
B1	Krone Big X 650	33	56	R5
C1	Claas Jaguar 850 (1)	34,5	49	R6
D1	Mengele 6000	35	55	R6
E1	Claas Jaguar 890	41,5	56	R6
B2	Krone Big X 650	26	-	R4/R5
A2	Claas Jaguar 850 (2)	29	-	R6
E2	Claas Jaguar 890	24	50	R5

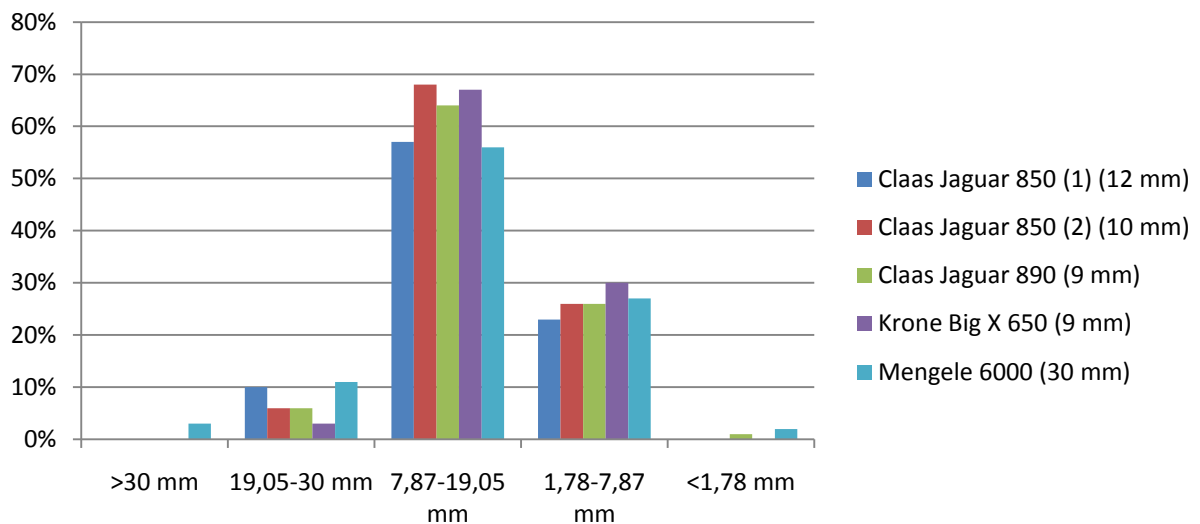
Siktningsanalys

Resultatet vid siktningsarna redovisas på nästa sida i figur 13 och 14. Bilden nedan (figur 12) visar ett exempel på hur de olika partikelstorlekarna såg ut för de olika sållarna vid tillfälle ett för Mengele hacken.

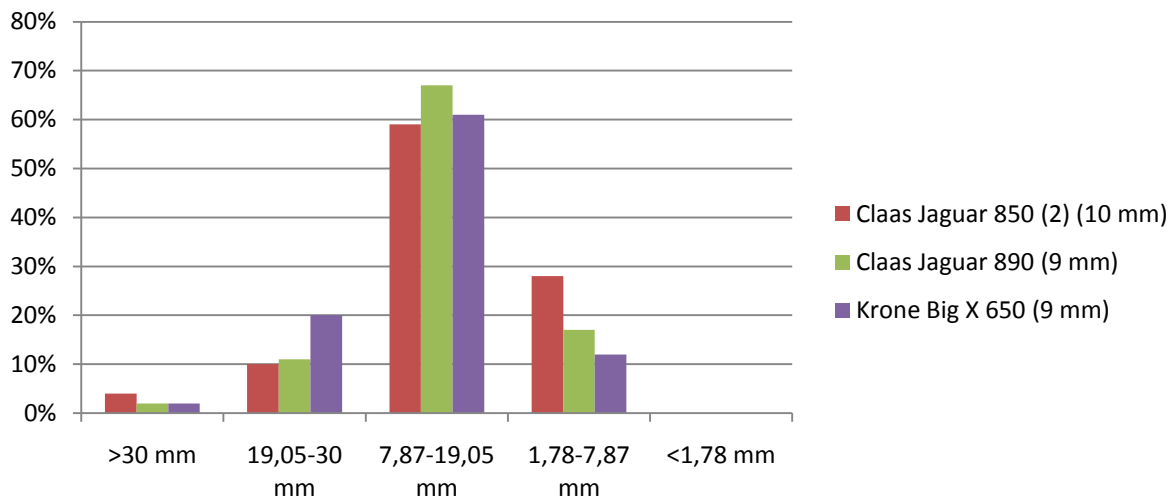


Figur 12. Exempel på de olika partikelstorlekarna för det siktade materialet.

Partikelstorleksfördelningen för de olika hackarna var likartad. Alla fem hade mest material i sållet med 7,87 mm hål vilket visar att det mesta av materialet hade en partikelstorlek på mellan 7,87 mm - 19,05 mm. För de hackar som undersöktes två gånger ser man en viss skillnad för det grövsta och det finaste materialet vilket förmodligen beror till viss del på att materialet var lite för blött för att kunna sikta det på ett bra sätt vid tillfälle två. Hacken som hade jämnast resultat om man jämför tillfälle ett och tillfälle två var Claas Jaguar 890, grön stapel (se figur 13 och 14).

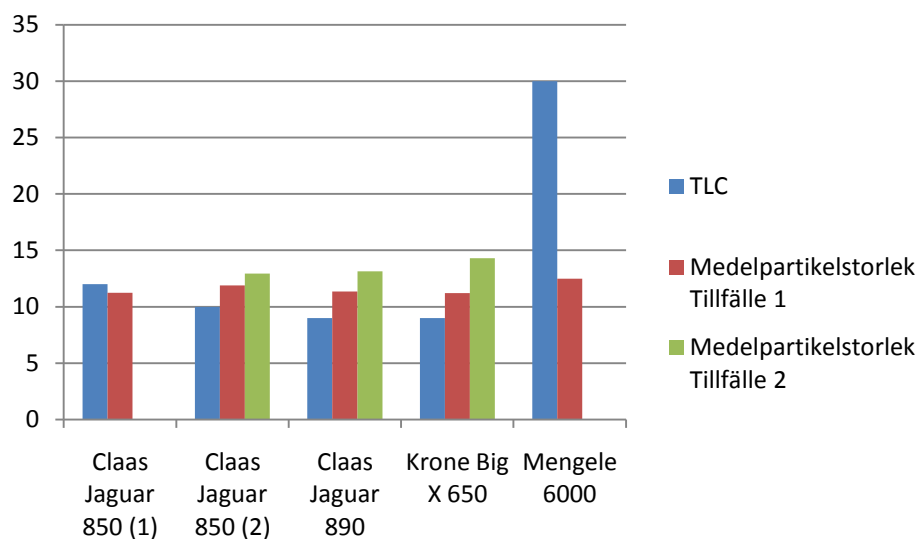


Figur 13. Partikelstorleksfördelningen av majs efter de olika hackarna vid tillfälle 1. TLC till höger om hackmodell.



Figur 14. Partikelstorleksfördelningen av majs efter de olika hackarna vid tillfälle 2. TLC till höger om hackmodell.

I figur 15 har jag jämfört medelpartikelstorleken med TLC (se figur 15). Resultatet visar att TLC sällan stämmer överens med den verkliga partikelstorleken. Intervallet för medelpartikelstorleken är mellan 10-15 mm trots att TLC uppges vara mellan 9-30 mm.



Figur 15. Medelpartikelstorleken i förhållande till TLC, den inställda hackelselängden.

Analys av antal hela kärnor

Antalet hela kärnor som jag kunde hitta efter hackarna och avståndet i kärnkrossen visas i tabell 4 nedan. Antalet hela kärnor som hittades kan relateras till avståndet i kärnkrossen, men är svårt att relatera till ts-halten.

Tabell 4. Antal hela funna kärnor och avståndet i kärnkrossen för de olika hackarna vid de två tillfällena samt vikten för kärnorna och grönmassan vid provtagningarna.

	Datum	Kärnkross (mm)	Ts-halt (%)	Hela kärnor i 10 prov st	% av grönmassa
A1	12/10	1,8	36,5	20	0,10
B1	12/10	4,5	33	50	0,25
C1	14/10	1,5	34,5	3	0,014
D1	16/10	4	35	309	1,55
E1	18/10	0,5	41,5	32	0,13
B2	21/10	4,5	26	0	-
A2	25/10	1,8	29	0	-
E2	29/10	0,5	24	7	0,025

DISKUSSION

Mina värden tyder på att förarna av hackarna faktiskt kör med de inställningar som de uppger. Det är alltid lätt att "hacka" på förarna om man till exempel tycker att den faktiska hackselängden är för stor. Detta kan tyckas grunda sig lite i okunskap om hur hackarna beter sig i just majs då det skiljer sig lite från att hacka vallgrödor. Det visar sig i mina försök att den inställda hackselängden, TLC, är mindre eller nästan lika med den faktiska hackselängden då TLC är 9-12 mm, vilket den är för fyra av hackarna. Däremot för den fjärde hacken där TLC uppges till 30 mm blir det tvärtom då den faktiska hackselängden blev kring 16 mm. Detta stämmer väl överens med vad som noterats i den danska studien där man såg att en TLC upp till 14 mm gav en längre faktisk hackselängd och en TLC över 14 mm gav ett motsatt resultat (Hedegaard, 2003). Genom detta kan man ju säga att biomaterialet som hackas är omkring 14 mm hur man än vrider och vänder på inställningarna. Samma resultat fick också Hansson och Schmidt Detlefsen i sin studie 2008. Detta gäller för medelpartikelstorleken och vad man bör tänka på är att vid en inställd TLC på 30 mm så får man en större del grövre partiklar, >30 mm. Medelpartikelstorleken är uträknad som ett medelvärde för hur mycket av biomaterialet som hamnade på varje såll vid siktningen, vilket gör att medelpartikelstorleken inte har något samband med den faktiska partikelfördelningen då fler såll med millimetersintervall skulle behövas. Detta är viktigt att ha i åtanke vid tolkningen av medelpartikelstorleken.

Vad gäller den faktiska partikelstorleksfördelningen så skiljer hackarna sig inte särskilt mycket åt. Det viktiga är att få fram ett hackat biomaterial som innehåller tillräckligt mycket av varje partikelstorlek och det lyckas hackarna med ganska bra. Det mesta av det hackade biomaterialet landar i det tredje sållet, vilket är partiklar mellan 7,87 mm och 19,05 mm. Detta känns rimligt då TLC var inställt inom det här intervallet för fyra av hackarna.

Nästa sak som är intressant att notera är att antalet hela kärnor som jag kunde hitta efter hackarna var väldigt få. Den hack som släppte igenom flest hela kärnor var Mengele. Detta är troligtvis en fråga om inställning men tilläggas kan också att Mengele inte är uppbyggd på samma sätt som de andra fyra hackarna där en trumma med knivar hackar materialet. Mengele har istället en propeller som knivarna sitter på som roterar axiellt istället för radially mot biomaterialet, vilket kan spela in på hur väl kärnorna skadas redan vid själva hackningen. Detta skulle eventuellt kunna betyda att en hårdare inställning för kärnkrossen är mer viktig för just Mengele-hacken.

En inställning av avståndet i kärnkrossen på 1-2 mm gav i min undersökning ett bra resultat då få hela kärnor passerade genom hackarna med en inställning inom detta intervall. Detta stämmer bra överens med Shinnars m fl., (2000) som rekommenderar att avstånd på mellan 1-3 mm i kärnkrossen. För Mengele var avståndet 4 mm och för Krone 4,5 mm i kärnkrossen. Trots detta så blev resultatet betydligt bättre efter Krone. Detta tror jag beror på att det passerar ett större flöde av biomaterial genom Krone jämfört med Mengele, vilket leder till att det i kärnkrossen i Krone blir trängre och biomaterialet därför mer bearbetat. Detta resulterar i färre hela kärnor. En annan sak för Krone är att en kort inställning för TLC valts. Detta kan tyckas lite onödigt då 9 mm TLC ändå inte nås i verkligheten.

Vill man utnyttja effekten på ett bättre sätt skulle jag köra med en längre TLC och minska avståndet i kärnkrossen till 3 mm eller mindre. Effekten som då sparas vid knivtrumman kan då utnyttjas vid kärnkrossen. Bearbetning med kärnkross reducerar dessutom också den faktiska hackelselängden och ett värde närmare inställt TLC kan eventuellt uppnås. Samma sak gäller för Mengele där en väldigt grov TLC valts och den faktiska hackelselängden blir mycket finare. Jag tror här att man utan problem bara kan ställa kärnkrossen lite hårdare, kring 2 mm för att nå ett bra resultat vad gäller hela kärnor som passerar. Biomaterialet var efter Mengele ganska grovt så skulle bearbetningen minska medelpartikelstorleken tror inte jag det påverkar fodervärdet direkt, då bättre näringsutnyttjande av grödan fås genom de krossade kärnorna.

När vi ändå är inne på antalet hela kärnor så kan man se att alla hackarna utom en klarar att skada så pass många kärnor att antalet i grönmassan blir under 1 %. Detta var gränsvärdet som man satte i den danska studien (Hedegaard, 2003). Det ska inte så mycket till för att nå detta om rätt inställningar används. Det är också viktigt att tänka på att de självgående hackarna är något känsligare för en ändring av avståndet i kärnkrossen. Detta då mer material ska passera under samma tid som för en bogserad/buren hack vilket resulterar i sämre bearbetning vid en för snällt inställd kärnkross. Dock beror detta nog också delvis på inställd TLC då Kronehacken i mina försök gjorde en bra bearbetning och krossade kärnorna väl trots att kärnkrossen hade ett avstånd på 4,5 mm. Jag tror att detta beror på att en TLC på 9 mm användes på Kronehacken vilket antagligen minskar antalet hela kärnor jämfört med en längre TLC. Det visades i den danska studien att TLC har större inverkan på antalet hela kärnor än kärnkrossens avstånd (Hedegaard, 2003). Jag tror i slutändan att en inställning av kärnkrossen som kompletterar den inställda TLC är det som ska eftersträvas för att få bästa kapacitet och resultat.

Sambandet mellan ts-halt och antalet hela kärnor är svårdefinierat. I mitt tycke så spelar ts-halten mindre roll i resultatet. För de första fem tillfällena (Tillfälle 1) så låg ts-halten kring 33-41,5 % och för de tre sista (Tillfälle 2) kring 24-29 %. För tillfälle 1 finns ingen koppling till att ts-halten skulle spela in på antalet hela kärnor som passerar hacken och för tillfälle två är det väldigt osäkert då det kom en del nederbörd dagarna innan skörd och provtagning. Tänkas kan ju att vatten som finns på grödan trängs med grödan i kärnkrossen och att resultatet då skulle bli färre hela kärnor men detta känns som sagt väldigt osäkert. Majsens var dessutom inte lika mogen vid tillfälle 2 som den majs som skördats vid provtagningarna för tillfälle 1. I den svenska studien av Larsson (2006) skriver man att kärnkrossen behövs vid en ts-halt över 28 % och i den amerikanska studien av Shinnars m fl., (2000) skriver man att man troligtvis kan öka avståndet i kärnkrossen efterhand som majsens mognar, dvs. då ts-halten ökar. Jag tror det har mer att göra med majsens mognad än bara just ts-halten.

Det som är viktigt att tänka på vad gäller ts-halt är att det krävs mer effekt för att hacka en torrare gröda än en blöt. Så att låta ts-halten stiga upp mot 40 % är bara onödigt då det går mycket tyngre att hacka och det blir förmodligen mer problem vid ensileringen också. En ts-halt mellan 30 och 35 % är det man ska sträva efter utifrån vad jag har läst och sett i mina undersökningar (Arnesson m fl., 2009).

Vad gäller de olika inställningarna för hackarna kan nämnas att en hack som Claas Jaguar 890 i den här undersökningen med ett Kemper skärbord i det här fallet kan hålla bättre kapacitet oberoende av TLC. Detta då inmatningshastigheten från skärbordet kan justeras för sig. De andra hackarna har samma inmatningshastighet från skärbordet oavsett TLC. Detta har visats i den danska studien där två av hackarna fungerade på detta sätt (Hedegaard, 2003).

Jag vill också diskutera det här med dieselförbrukning. Som jag har förstått det så är det många faktorer som påverkar just dieselförbrukningen. Det som jag vill ha sagt är att man vågar prova sig fram och som ovan nämnt kanske öka TLC något och minska avståndet i kärnkrossen och sätta sig in i hur hacken beter sig när den utnyttjas maximalt. Knivarna behöver inte slipas mer än en gång om dagen och hastigheten påverkar dieselförbrukningen väldigt lite. Den största faktorn för hur stor dieselförbrukningen blir tror jag är hur hårt hacken får arbeta. Framförs hacken så att man når maximalt flöde genom hacken? Nästa faktor i ordningen tror jag är ts-halten. En torr gröda blir mycket tyngre att skära igenom, vilket ökar dieselförbrukningen. Detta är ju saker som man kan påverka på gårdsnivå. Allt annat som slaglängd och varvtal på knivtrumman är oftast bestämt genom konstruktionen. Det viktiga att få fram är att det inte behöver gå åt särskilt mycket mer diesel för att få ett bättre foder om man tänker igenom situationen och anpassar allt efter den i största möjliga mån. Detta är vad jag tror, men sedan är det inte lätt att skörda vid helt rätt tidpunkt om man inte har egna maskiner att skörda med.

Metoderna som jag använt har varit lämpliga för ändamålet, men vid letandet av kärnor så hade en person till inte skadat. Det kan vara värt att tänka på om en större undersökning ska göras inom området, för det är det som jag tror behövs för att få en vidare bild av läget i svenskt lantbruk vad gäller skörd av majs. Mer försök av majs och hur sorten spelar in på skörderesultatet hade också varit intressant att undersöka. En motsvarande studie liknande den amerikanska Shinnors m fl., (2000) fast i Sverige hade varit intressant då man kan få en bättre bild av om ts-halten spelar in på hur svårt det är att krossa kärnorna beroende på ts-halt. Vi vet ju relativt lite om majs idag. Att krossa kärnorna är ju lika viktigt ur biogasframställningens synpunkt som ur mjölk- och nötköttproducenternas synpunkt, där majs bör utgöra en ganska stor del i framtiden.

Mina resultat är säkra vad gäller antalet hela kärnor. Däremot kan partikelstorleksfördelningen vara mera osäker, då endast ett prov per tillfälle gjordes. Resultatet för de olika hackarna har ju varit lika, så generellt sett kan resultatet användas. Det som också är lite osäkert är avståndet i kärnkrossen för Mengele och Claas Jaguar 890 då jag inte fick möjligheten att mäta avståndet i kärnkrossen här. Det som kan göras bättre är sakerna som nämnts ovan och att göra undersökningen mer omfattande på ett större antal hackar. Det är svårt att komma till och mäta på hackarna under skörd, så det vore lämpligt att göra detta i samband med förberedelserna av hacken hos entreprenören.

Slutsatser är att entreprenörer idag använder lämpliga inställningar på hacken, men kan bli bättre. Den faktiska hackelselängden stämmer sällan med TLC och antalet hela kärnor som finns kvar i grönmassan efter hacken är i de flesta fall mycket lägre än 1 % (0,014-1,55 %), vilket är bra. Studien visar även att avståndet i kärnkrossen bör vara 1-2 mm för resultatet ska bli tillräckligt bra, dvs <1 % hela kärnor.

REFERENSER

Skriftliga

Arnesson A., Rustas B. O., Nadeau E., Swensson C., (2009) Majsproduktion på gårdar i södra Sverige – odling, konservering och foderkvalité. Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU. [online] Tillgänglig: <http://194.47.52.113/janlars/partnerskapalnarp/uploads/projekt/209.pdf> [2011-03-11]

Claas., (2011) Claas Jaguar 870, 850, 830. Claas KGaA mbH. [online] Tillgänglig: http://www.claas.com/countries/generator/cl-pw/zzz_downloadcenter/document_pool/fh/jaguar_greeneye/pr_jaguar_en_int_08,lang=en_EU.pdf [2011-03-11]

Hansson A. och Schmidt Detlefsen M. (2008) Majsensilage - Partikelstorleksfördelning och hygienisk kvalitet. Examensarbete Lantmästarprogrammet, SLU, ID Code 2538. [online] Tillgänglig: <http://ex-epsilon.slu.se:8080/archive/00002538/01/exGklart.pdf> [2011-03-11]

Hedegaard F., Mikkelsen M., Nielsen K. A., Thagersen R., Hansen J. P., Vodder K., (2003) Finsnitning af majs – vurdering af kerneknusning, snittleangde og kapacitet. Landbrugets Rådgivningscenter, Farmtest – Planteavl Vol. 1, Nr. 10, 1601-6777. [online] Tillgänglig: http://www.landbrugsinfo.dk/Byggeri/Filer/10_ft_majs.pdf [2011-03-11]

Heinrichs J. and Kononoff P. (2002) Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State forage Particle Separator. College of Agricultural Sciences. [online] Tillgänglig: <http://www.vetmed.wsu.edu/courses-jmgay/documents/DAS02421.pdf> [2011-03-11]

Kathirvel K., Suthakar B., Manohar Jesudas D. (2009) Mechanical harvesting of fodder maize as influenced by crop, machine and operational parameters. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America Vol. 40, Nr. 4, Sid. 52-56, 0084-5841.

Krone 2009a, (2009) Instruktionsbok 150 000 103 02 SV Krone Big X 500, 650, 800, 1000. Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH. [online] Tillgänglig: <https://infoportal.krone.de/DisplayInfo.aspx?id=11749> [2011-03-11]

Krone 2010, (2010) Make gas with the Big X. Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH. Intern kurslitteratur.

Lantmännen, (2009) Utvecklingsstadier majs. [online] Tillgänglig: <http://direkt.lantmannen.se/aciro/bilddb/objektvisa.asp?idnr=62opFUDOI4iLT3xMcMIEQ9B8rcKsONlmcGCjaNHKihGcBPPPhS6ru5Ln1NU1> [2011-03-11]

Larsson S. och Lindgren J., (2006) Majs i Skaraborg – En intervjustudie med lantbrukare i Skaraborg som odlat majs mellan 2001-2006. Hushållningssällskapet Skaraborg. [online] Tillgänglig: hs-r.hush.se/attachments/76/2128.pdf [2011-03-11]

Roberge M., Savoie P., Norris E. R. (1998) Evaluation of a crop processor in a pull-type forage harvester. American Society of Agricultural and Biological Engineers. [online], Tillgänglig: <http://asae.frymulti.com/azdez.asp?JID=3&AID=17254&v=41&i=4&CID=t1998&T=2> [2011-03-11]

Shinners K. J., Jirovec A. G., Shaver V., Bal M., (2000) Processing whole-plant corn silage with crop processing rolls on a pull-type forage harvester. American Society of Agricultural and Biological Engineers. [online], Tillgänglig: <http://asae.frymulti.com/azdez.asp?JID=3&AID=5214&v=16&i=4&CID=aeaj2000&T=2> [2011-03-11]

Wild K. J., Walther V. and Schueller J. K., (2009) Optimizing fuel consumption and knife wear in a self-propelled forage chopper by improving the grinding strategy. Agricultural Engineering Conference, Hannover 2006. [online] Tillgänglig: <http://asae.frymulti.com/azdez.asp?JID=5&AID=27295&CID=reno2009&v=&i=&T=1&refer=7&access=> [2011-04-20]

Muntliga

Edvardsson T., Teknisk Support Claas tröskor och redskap, Lantmännen Maskin AB, Maj 2011

Nadeau E., Forskningsledare, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, April 2011

